

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application  
as filed with this Office.

Date of Application: August 9, 2002

Application Number: Japanese Patent Application  
No. 2002-232468

Applicant(s): MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

July 10, 2003

Commissioner,  
Patent Office Shinichiro OHTA  
(seal)

Certificate No. 2003-3056143

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 8月 9日  
Date of Application:

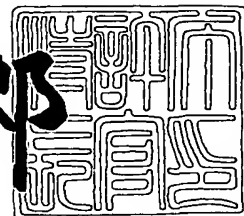
出願番号 特願2002-232468  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2002-232468]

出願人 三菱重工業株式会社  
Applicant(s):

2003年 7月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3056143

【書類名】 特許願

【整理番号】 200102914

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F01D 5/00

【発明者】

【住所又は居所】 広島県広島市西区観音新町四丁目 6 番 2 2 号 三菱重工業株式会社 広島製作所内

【氏名】 秦 聰

【特許出願人】

【識別番号】 000006208

【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099623

【弁理士】

【氏名又は名称】 奥山 尚一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096769

【弁理士】

【氏名又は名称】 有原 幸一

【選任した代理人】

【識別番号】 100107319

【弁理士】

【氏名又は名称】 松島 鉄男

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 086473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9700379

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 タービンの付着物除去設備

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロータと共に回転する動翼と、該動翼の上流側に位置し車室側に保持される静翼ノズルとを備えたタービン翼を管路に収容し、管路内に導入される流体により動翼を回転駆動するタービンの付着物除去設備において、

前記管路内の圧力を検知する圧力計と、静翼ノズルに配設され水供給源に第 1 のバルブを介して接続されている第 1 の水噴出ノズルと、前記圧力計が検知した圧力に応じて前記第 1 のバルブの開度を調整する制御装置とを備え、前記第 1 の水噴出ノズルから噴出された水によりタービン翼表面の付着物を除去するようにしたことを特徴とするタービンの付着物除去設備。

【請求項 2】 前記第 1 の水噴出ノズルの噴出水を前記静翼ノズルの表面に噴出して、静翼ノズル表面の付着物を除去するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載のタービンの付着物除去設備。

【請求項 3】 前記第 1 の水噴出ノズルの噴出水を前記動翼の背面側に噴出して、動翼の背面の付着物を除去するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載のタービンの付着物除去設備。

【請求項 4】 前記第 1 の水噴出ノズルの噴出水に対する破損防止用表面改質処理を動翼に施したことを特徴とする請求項 1 に記載のタービンの付着物除去設備。

【請求項 5】 ロータと共に回転する動翼と、該動翼の上流側に位置し車室側に保持される静翼ノズルとを備えたタービン翼を管路に収容し、管路内に導入される流体により動翼を回転駆動するタービンの付着物除去設備において、

前記管路内の圧力を検知する圧力計と、前記静翼ノズルが配設される部位よりも上流側に配設され水供給源に第 2 のバルブを介して接続されている第 2 の水噴出ノズルと、圧力計が検知した圧力に応じて前記バルブの開度を調整する制御装置とを備え、前記第 2 の水噴出ノズルから噴出された水によりタービン翼表面の付着物を除去するようにしたことを特徴とするタービンの付着物除去設備。

【請求項 6】 前記噴出水に対する破損防止用表面改質処理を静翼ノズルに

施したことを特徴とする請求項 2 又は 5 に記載のタービンの付着物除去設備。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、タービンの仕切翼、動翼、その他タービンに付帯する構造部材の表面に付着する異物（ファウリング）を、タービンを運転しながら除去できるタービン翼の異物除去装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

蒸気タービンは、ロータ軸の周方向に複数配設された仕切翼と、仕切翼の下流側に配設し、ロータに回転可能に取付けている動翼とが併設されている。タービンを連続運転すると、蒸気中に含まれるシリカ系やナトリウム系の化学物質等の異物がタービン内部の温度や圧力に反応して、仕切翼、動翼等の表面に付着して固着し、次第に異物が成長する。複数段ある仕切翼と動翼の低圧側と高圧側（上流側と下流側）とでは、その異物の成分や性質が異なる。タービン翼の表面に異物が固着するとタービン翼の形状などが当初の形状と変わってしまうので、タービンの性能が時間の経過とともに低下する。

【0003】

従来では、タービン翼に付着した異物を除去するため、洗浄によるクリーニングや機械的なクリーニングを行っている。洗浄によるクリーニングでは、定期的にプラントをシャットダウンしてタービンを停止し、非常に低速回転させながら純水をタービン内に入れて洗浄する方法がある。また、機械的方法では、細かい粉末でショット・ブラストやブラスト・ホーニング等により硬い付着物を強制的に除去している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、洗浄によるクリーニングでは、水に溶けにくい異物を除去することは困難であり、機械的なクリーニングでは、タービン翼の表面を傷付けたりすることがある。さらには、いずれの洗浄方法についても、タービン翼を洗浄す

るために、プラントを長期間停止するために膨大な生産ロスが発生するとともに、装置を分解するためのメンテナンス費用や、クリーニングをするための設備を必要とする。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、装置を分解することなく、装置を稼動しながらタービンの仕切翼、動翼等に付着した異物を効率よく除去することができるタービンの付着物除去設備を提供することにある。

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のタービン翼の付着物の除去設備は、ロータと共に回転する動翼と、該動翼の上流側に位置し車室側に保持される仕切翼とを備えたタービン翼を管路に收容し、管路内に導入される流体により動翼を回転駆動するタービンの付着物除去設備において、前記管路内の圧力を検知する圧力計と、仕切翼に配設され水供給源に第1のバルブを介して接続されている第1の水噴出ノズルと、前記圧力計が検知した圧力に応じて前記第1のバルブの開度を調整する制御装置とを備え、前記第1の水噴出ノズルから噴出された水によりタービン翼表面の付着物を除去するようにした。

前記タービン翼の付着物の除去設備は、前記第1の水噴出ノズルの噴出水を前記仕切翼の表面に噴出して、仕切翼表面の付着物を除去することができ、前記第1の水噴出ノズルの噴出水を前記動翼の背面側に噴出して、動翼の背面の付着物を除去することができ、前記第1の水噴出ノズルの噴出水に対する破損防止用表面改質処理を動翼に施すこともできる。

#### 【0006】

また、本発明のタービン翼の付着物の除去設備は、ロータと共に回転する動翼と、該動翼の上流側に位置し車室側に保持される仕切翼とを備えたタービン翼を管路に收容し、管路内に導入される流体により動翼を回転駆動するタービンの付着物除去設備において、前記管路内の圧力を検知する圧力計と、前記仕切翼が配設される部位よりも上流側に配設され水供給源に第2のバルブを介して接続されている第2の水噴出ノズルと、圧力計が検知した圧力に応じて前記バルブの開度を調整する制御装置とを備え、前記第2の水噴出ノズルから噴出された水により

タービン翼表面の付着物を除去するようにした。

前記タービンの付着物の除去設備は、前記噴出水に対する破損防止用表面改質処理を静翼ノズルに施すことができる。

#### 【0007】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態のタービンの付着物除去設備について図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明に係る蒸気タービン1の高圧蒸気入口側を示し、図2の上段は図1のタービンの仕切翼（静翼ノズルともいう）2を示し、下段はその動翼3を示す。タービン1の車室5の構成は、車室5の図示しない軸受けに回転可能に支持されているロータ6がタービン1の管路（流路）8に設けられ、ロータ6にはロータ6部の外周から外側（径方向）に突出しているディスク7及びこれに支持されている動翼3が設けられている。動翼3は、図2に示すように、多数のフィン3aがロータ6の周方向に設けられている。

#### 【0008】

動翼3の上流側には仕切翼2が設けられ、仕切翼2には、内周側と外周側にそれぞれ、仕切板9、10が取付けられ、これらの部材は車室5に保持されている。すなわち、仕切翼2及び動翼3は仕切翼2を上流側に位置させて、ロータ6の軸方向に互い違いに複数段が設けられ、仕切翼2は車室5側に固定され、動翼3はロータ6とともに回転が可能である。また、内側の仕切板9とロータ6との間には、密閉性を維持するためシール11が装着されている。

#### 【0009】

図2の上段に示すように、静翼ノズル2の周囲表面にはエロージョン防止のために、ボロン処理などの硬化拡散熱処理による表面改質処理12が施されている。なお、表面改質処理12については、便宜上図中に静翼ノズル2の一部のみに表しているが、他の部分及び下流側の静翼ノズル2についても同様な表面改質処理12を施している。

また、図2の下段に示すように、動翼3の周囲表面にはエロージョン防止のために、イオンプレーティングなどの化学蒸着膜によるコーティングによる表面改



質処理 13 が施されている。なお、表面改質処理 13 については、便宜上、図中に動翼 3 の一部のみに表しているが、他の部分及び下流側の動翼 3 についても同様な表面改質処理 13 が施されている。

なお、静翼ノズルに上記コーティングによる表面改質処理を施してもよいし、動翼に上記硬化拡散処理による表面改質処理を施してもよい。

#### 【0010】

図 1 に示すように、タービン 1 には仕切翼 2 と動翼 3 との間の蒸気室 14 の圧力を検知する圧力計 15 を設けている。管路 8 の仕切翼 2 よりも上流側の車室 5 には、高圧水（若しくは飽和蒸気）発生装置 16 にバルブ 17 を介して接続されたノズル 18 が取付けられている。同じく仕切翼 2 には、高圧水発生装置 16 にバルブ 19 及び導入管 20 が配設されている。

図 2 に示すように、導入管 20 は仕切翼 2 のプロファイルの表裏両面に水を流すことが可能な多数の噴出口を 2 方向に形成した噴射ノズル 21a, 21b を設けている。ノズル 21a, 21b の噴出口の位置は、なるべく仕切翼 2 の上流側に位置するように配置する。

#### 【0011】

仕切翼 2 には、その下流側に位置する動翼 3 の背面に高圧水を噴出する多数の噴出口を形成した噴射ノズル 22 を設けている。

図 3 は、ノズル 22 の出口角度の設定方法を説明するための図である。

図中の  $C_s$  は、動翼 3 を回転させるために仕切翼 2 間を通る高圧水蒸気のノズル出口蒸気速度とその方向を示し、 $C_w$  はノズル 22 の水粒子出口速度を示し、方向はノズル出口蒸気速度  $C_s$  との位相差をみるため、出口蒸気速度  $C_s$  に対応させている。 $U$  は、動翼 3 の回転周速度とその方向を示し、上述のノズル出口蒸気速度  $C_s$  と動翼回転速度  $U$  との相対速度を求めると、蒸気動翼入口相対速度  $W_s$  とその方向が求められ、また水粒子出口速度  $C_w$  と動翼回転速度  $U$  との相対速度を求めると、水粒子動翼入口相対速度  $W_w$  とその方向が求められる。

ここで、蒸気動翼入口相対速度  $W_s$  と水粒子動翼入口相対速度  $W_w$  の方向に対して時計回りの方向に角度  $\alpha_1$  の差が生じることになる。そこで、ノズル出口蒸気速度  $C_s$  と同様に、動翼 3 の背面にノズル 22 の水粒子を噴出するためには、

水粒子を噴出している現状のノズル出口蒸気速度  $C_s$  (水粒子出口速度  $C_w$ ) の方向に対して、ノズル 22 の噴出方向を反対側に角度  $\alpha_1$  だけ戻す必要がある。よって、ノズル出口蒸気速度  $C_s$  (水粒子出口速度  $C_w$ ) の向きに対して反時計周りに角度  $\alpha_1$  だけずらしたノズル 22 の噴出角  $\alpha_2$  が求まる。

#### 【0012】

図 1 に示すように、圧力計 15 及び各バルブ 17, 19 は、制御装置 24 と電氣的に接続し、制御装置 24 は、圧力計 15 の圧力値に応じてバルブ 17, 19 の開閉度を調節することができる。なお、説明を省略するが後流側の仕切翼 2 にも別個に、バルブ 17, 19 を備えたノズル 21a, 21b, 22 が設けられ、制御装置 24 によって、噴出水が駆動される。

#### 【0013】

次に、本発明の実施の形態のタービンの付着物除去設備の作用について説明する。

図 4 及び図 5 は、タービン 1 の運転状況を説明するための図である。

図 4 の縦軸はノズル段後圧力、すなわち仕切翼 2 後の圧力を示し、横軸はノズルの蒸気圧力、すなわち蒸気室 14 の圧力を示している。運転時圧力  $P_{ope}$  は通常運転時の圧力であり、 $P_{max}$  と  $P_{min}$  は、付着物を除去するための洗浄実施圧力範囲の上下幅を示す。図 4 に示すように、ノズル蒸気流量が大きくなるとノズル段後圧力が大きくなるのが分かる。 $G_{ope}$  は、運転時の蒸気の最大流量を示している。この図からノズル蒸気流量とノズル段後圧力の関係から、設計ライン A を超えると、タービン翼 2, 3 に異物が付着したことが分かる。すなわち、各蒸気流量値での設計ノズル面積に対する閉塞率が分かる。

図 5 の縦軸は、ノズル後段圧力  $P$  を示し、横軸はタービン 1 の運転時間を示す。また、横線  $P_{ope}$ ,  $P_{min}$ ,  $P_{max}$  は、図 5 と同じである。

#### 【0014】

図示しないボイラーによって生成した高圧蒸気は、管路 8 を経由して仕切翼 2 から動翼 3 側に導入される。動翼 3 は、蒸気の通過の際に、蒸気の熱エネルギーを機械的な回転エネルギーに変換する。このタービン 1 の稼動中に、蒸気中に含まれる化学物質等がタービン翼 2, 3 に付着する。タービン 1 の低压側には比較

的水に溶解易く硬い異物がタービン翼 2, 3 に付着し、高圧側には水に溶けにくい硬い異物が付着する。

タービン翼 2, 3 に異物が付着すると、蒸気が通過する面積が小さくなり、通常時に Pope 付近にある蒸気室 14 の圧力がそれよりも上昇していく。

タービン翼 2, 3 の付着物の洗浄方法の一例を示すと、ノズル蒸気流量が運転時の最大流量  $G_{ope}$  である場合では、蒸気室 14 の圧力が  $P_{min}$  を超えると、圧力計 15 からの入力で制御装置 24 がバルブ 17, 19 を開く信号を送り、ノズル 18, 21a, 21b, 22 から高圧水発生装置からの高圧水が噴出する。タービン翼 2, 3 の上流側に位置するノズル 18 から噴出された高圧水は、蒸気が通過する仕切翼 2 のノズルに付着した付着物を除去し、仕切翼 2 のノズル 21a, 21b は仕切翼 2 の表面を洗浄する。

#### 【0015】

また、仕切翼 2 の他方のノズル 22 は、動翼 3 の背面に高圧水を噴出する。この高圧水は、動翼 3 の表面に付着した硬い異物を水圧により剥ぎ取るようにして除去することができる。動翼 3 の表面には、イオンプレーティングによるコーティング 13 が施してあるので、高圧水による動翼 3 の表面の破損を防止することができる。

タービン翼 2, 3 の付着物が取り除かれると水蒸気の流通が良くなり、蒸気室 14 の圧力が  $P_{min}$  以下まで下がると、制御装置 24 が圧力計 15 を介してそれを検知し、バルブ 17, 19 を閉じて、高圧水粒子の供給を停止する。よって、タービン 1 は通常の運転状態に戻る。そして、しばらくタービンの通常運転が続き、再度蒸気室 14 の圧力が  $P_{min}$  を超えると、バルブ 17, 19 を開くようにし、このような動作が  $P_{min}$  を超えるごとに交互に行われる。

よって、付着物の除去は圧力が  $P_{min}$  と  $P_{max}$  の間の圧力値になった場合に、付着物除去設備が作動して、タービン翼 2, 3 に付着した付着物を除去することになる。なお、蒸気室 14 の圧力が  $P_{max}$  を超えるような場合は、タービン 1 の圧力を落とすようにする。

#### 【0016】

このように、本実施の形態では、タービン 1 の運転の継続中に、タービン翼 2

、3の付着物を除去してタービン1の劣化を防止する。また、設計された蒸気タービンのファウリング特性にあった効率的な付着物の除去が可能になる。洗浄に高圧水を用いたことによって生じる二次的なタービン翼2、3の損傷については、タービン翼2、3にコーティング12、13を施していることから、その損傷を防止することができる。タービン1を分解して洗浄しないので、長期継続運転の効率向上によるライニングコストの低減や、メンテナンス費用の低減を図ることができる。

#### 【0017】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は、勿論本発明の技術的思想に基づき種々の変形または変更が可能である。

例えば、上記実施の形態では、各ノズル18、21a、21b、22を連動して、同時に水粒子を噴出するようにしたが、そのときのタービン内の状況により、それらの各ノズルを使用したりしなかったりして、個別に各ノズルから水粒子を噴出するようにしてもよい。

#### 【0018】

##### 【発明の効果】

本発明のタービンの付着物除去設備によると、ロータと共に回転する動翼と、該動翼の上流側に位置し車室側に保持される仕切翼とを備えたタービン翼を管路に収容し、管路内に導入される流体により動翼を回転駆動するタービンの付着物除去設備において、前記管路内の圧力を検知する圧力計と、仕切翼に配設され水供給源に第1のバルブを介して接続されている第1の水噴出ノズルと、前記圧力計が検知した圧力に応じて前記第1のバルブの開度を調整する制御装置とを備え、前記第1の水噴出ノズルから噴出された水によりタービン翼表面の付着物を除去するようにしたので、タービン翼に付着した異物を、タービンを分解したり、タービン（プラント）を停止することなく、除去することができる。

また、前記第1の水噴出ノズルの噴出水を前記仕切翼の表面に噴き掛かるようにしたことにより、仕切翼表面の付着物を効率よく除去することができる。

さらに、前記第1の水噴出ノズルの噴出水を前記動翼の背面側に噴き付けるようにしたので、動翼表面の付着物を効率よく除去することができる。

前記動翼の表面に、水による破損防止用のコーティング処理を施したので、高圧水を動翼に噴き付けても動翼の破損を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態のタービンの付着物除去設備の低圧側の側面図である。

【図 2】

図 1 のタービンの動翼及び仕切翼の断面図である。

【図 3】

高圧水を噴出するノズルの噴出角度の定め方を説明するための概略図である。

【図 4】

ノズル段後圧力とノズル蒸気流量の関係を示す線図である。

【図 5】

ノズル段後圧力と定常運転時間の関係を示す線図である。

【符号の説明】

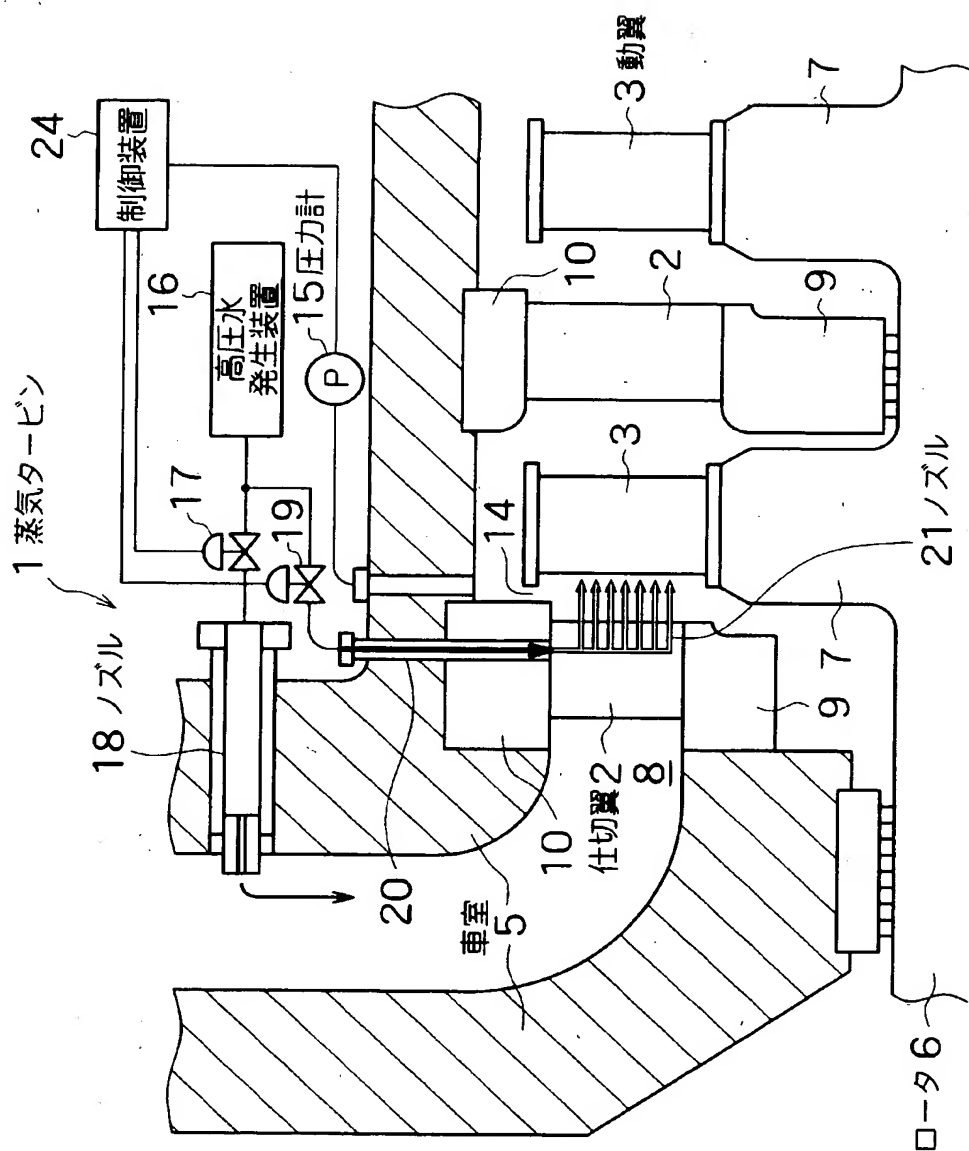
- 1 蒸気タービン
- 2 静翼ノズル
- 3 動翼
- 5 車室
- 6 ロータ
- 7 ディスク
- 8 流路
- 9, 10 仕切板
- 11 シール
- 12, 13 コーティングや熱処理などの表面改質処理
- 14 蒸気室
- 15 圧力室
- 16 高圧水発生装置
- 17 バルブ（第 1 のバルブ）
- 19 バルブ（第 2 のバルブ）

- 1 8 ノズル (第 2 のノズル)
- 2 1 a, 2 1 b, 2 2 噴射ノズル
- 2 0 導入管
- 2 4 制御装置

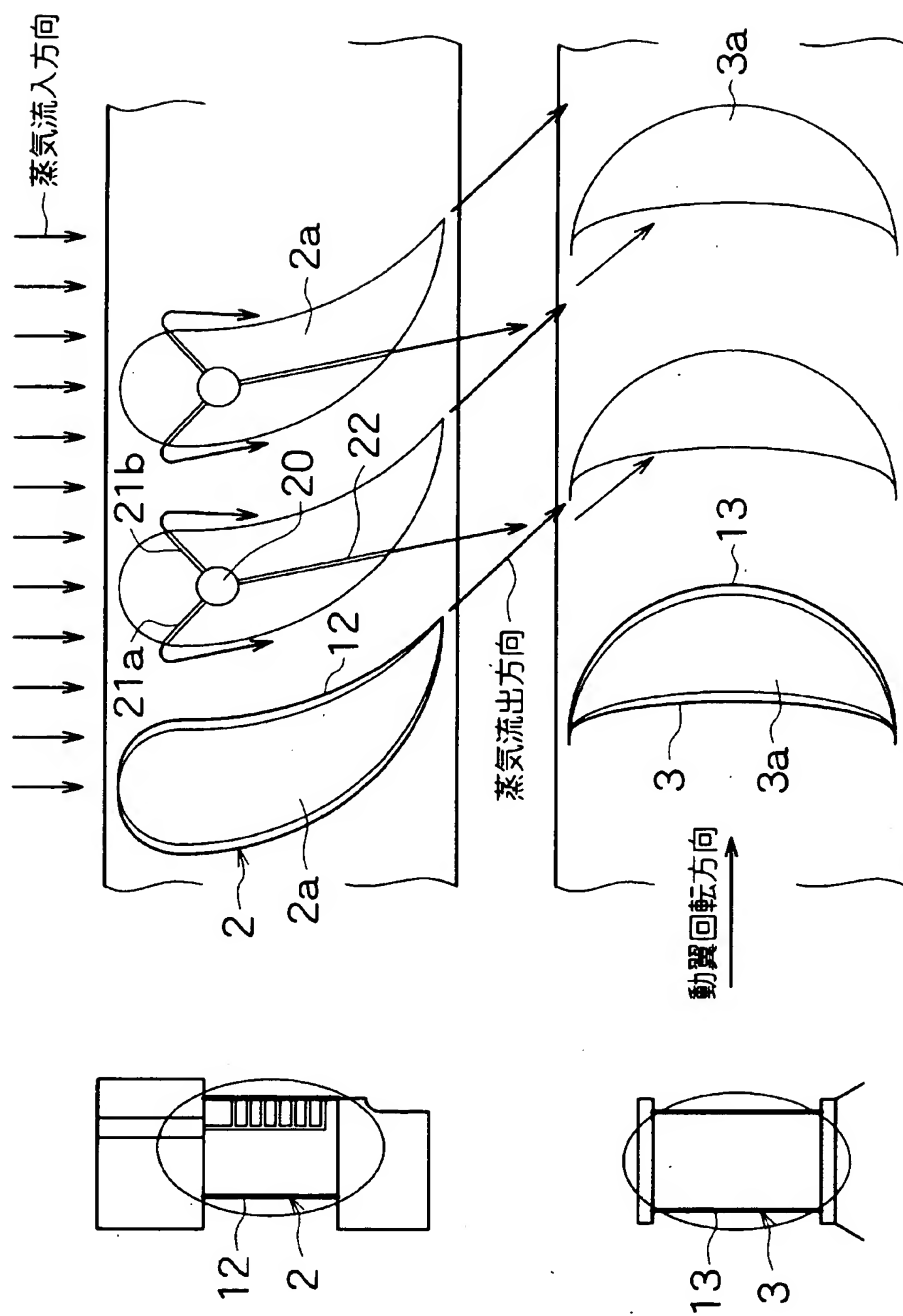
【書類名】

凶面

【图 1】

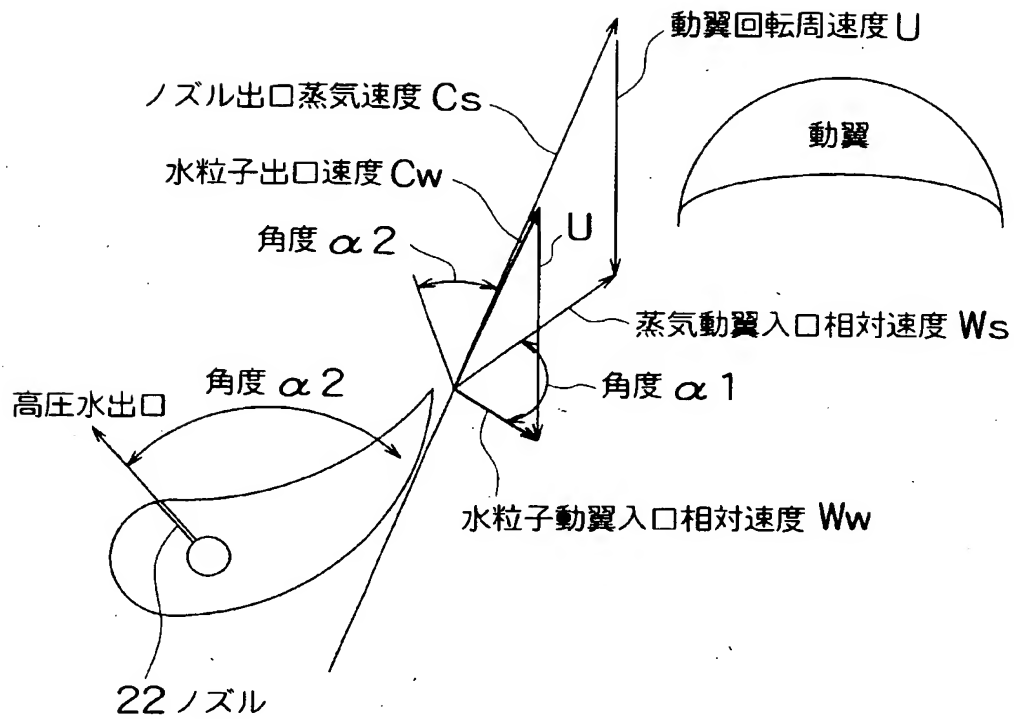


【図 2】

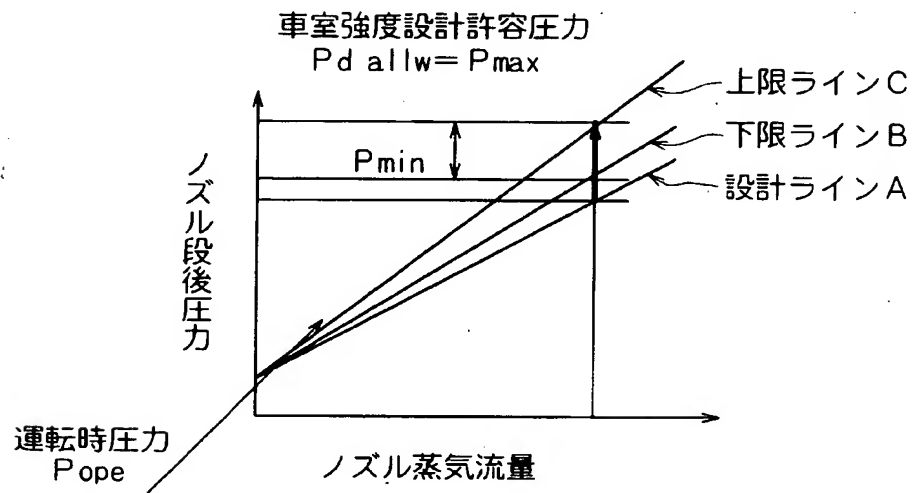




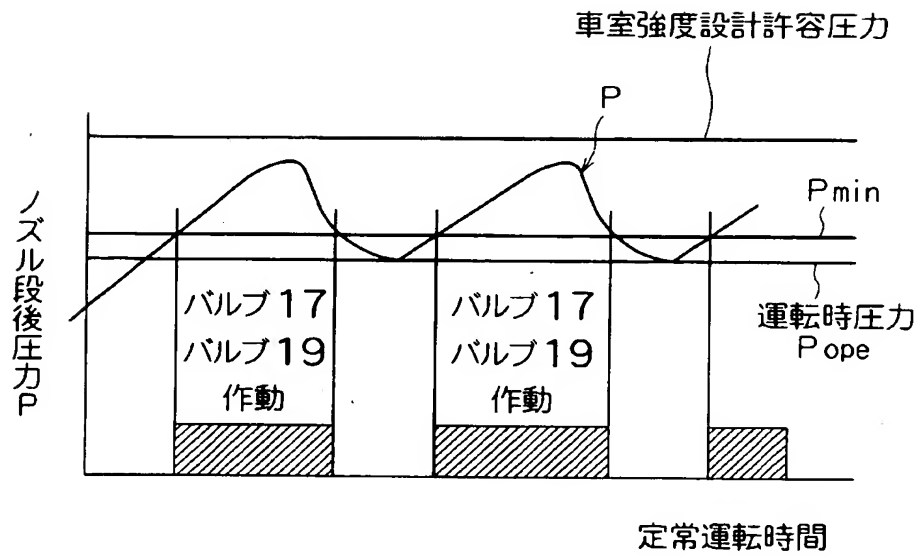
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 装置を分解することなく、タービン翼の付着物を効果的に除去すること。

【解決手段】 タービン 1 には仕切翼 2 と動翼 3 との間の蒸気室 14 の圧力を検知する圧力計 15 を設けている。管路 8 の仕切翼 2 よりも上流側の車室 5 には、高圧水発生装置 16 にバルブ 17 を介して接続されたノズル 18 が取付けられている。同じく仕切翼 2 には、高圧水発生装置 16 にバルブ 19 及び導入管 20 が配設されている。導入管 20 は仕切翼 2 のプロファイル表裏両面に水を流すことが可能な多数の噴出口を形成したノズルと接続されている。タービン翼 2, 3 に異物が付着した場合、圧力が上昇するのを制御装置 24 が圧力計 15 を介して検知すると、制御装置 24 は、バルブ 17, 19 を開き高圧水により異物を除去する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

|         |                |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2002-232468 |
| 受付番号    | 50201188823    |
| 書類名     | 特許願            |
| 担当官     | 第三担当上席 0092    |
| 作成日     | 平成14年 8月12日    |

<認定情報・付加情報>

|       |             |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成14年 8月 9日 |
|-------|-------------|

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 3 2 4 6 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 2 0 8 ]

1. 変更年月日            1 9 9 0 年    8 月 1 0 日  
   [変更理由]            新規登録  
     住 所                東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 1 号  
     氏 名                三菱重工業株式会社
  
2. 変更年月日            2 0 0 3 年    5 月    6 日  
   [変更理由]            住所変更  
     住 所                東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号  
     氏 名                三菱重工業株式会社